

## What will it be Poland? -

### The future status of the country's nuclear industry

2022.03.24.

#### Bevezetés

Az Energetikai Szakkollégium Wigner Jenő emlékfélévének 4. előadását, melynek címe: "What will it be Poland? - The future status of the country's nuclear industry", Dr. Pawel Gajda, a krakkói AGH egyetem adjunktusa tartotta. Dr. Pawel Gajda a Lengyel Nukleáris Társaság főtitkára és az Európai Nukleáris Társaság igazgató tanácsának tagja. Számos olyan európai kutatásban vett részt, amely a nagyon magas hőmérsékletű reaktorok szerepét vizsgálta az alacsony szén-dioxid kibocsátású rendszerekben. Korábban pedig gyorsító-vezérelt rendszerek témakörben végzett kutatásokat.

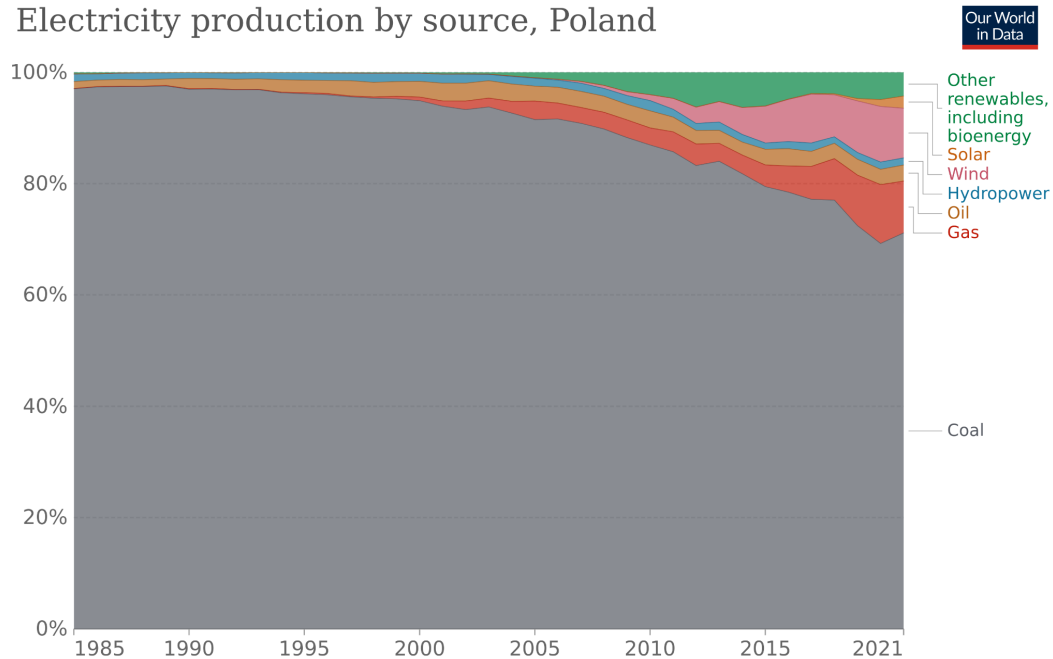
A klímaváltozás elleni harcban a világ országai folyamatosan igyekeznek dekarbonizálni az energiahálózatukat. Így van ez Lengyelországban is, ahol a mai napig a szén az elsődleges energiahordozó. Az előadás során megtudhattuk, hogy a nukleáris energia milyen szerepet játszhat ebben a tranzíciós folyamatban.

Először Lengyelország jelenlegi energiamixét tanulmányoztuk, különös tekintettel a különböző energiahordozók belföldi termelésére és importjára. Ezek után az ország nukleáris programjának sikereit és kudarcait tekintettük át, majd a nukleáris energiatermelés bevezetésére vonatkozó jelenlegi politikát és irányelveket, hivatalos dokumentumokat és legújabb előrelépéseket. Ezt követően a lengyel nukleáris program történetébe nyertünk betekintést egészen 1956-tól napjainkig. Majd a jövőre vonatkozó tervekről tudhattunk meg többet. Végezetül pedig a lengyel nyilvánosság nukleáris energiához való hozzáállását tanulmányoztuk.

#### Jelenlegi energiamix

Lengyelországban az elsődlegesen használt energiahordozó a szén. Ennek fő oka az országban található nagyméretű széntartalék. Az összes energiafelhasználásnak nagyjából 55 százaléka származik szénből. A 2000-es évektől kezdve egy folyamatosan csökkenő tendencia figyelhető meg a szén villamosenergia előállítás szerepében. Az ezredforduló óta, az addig átlagosnak tekinthető 95 százalékról a szén részaránya 2021-re már csak 71 százalékra csökkent. Ez az aránybeli csökkenés elsősorban a szél és földgáz kapacitások bővítésének tudható be, melyek a szél esetében 2010-ben terjedtek el jelentősen, a földgáz esetében pedig 2015-től látunk jelentős kapacitás bővítéseket. 2021-ben ez a két energiaforrás már több mint 18 százalékát tették ki az ország villamosenergia-termelésének, nagyjából fele-fele arányban. Az elmúlt pár évben a fotovoltikus termelésre is gyors növekedési tendencia jellemző, amivel együtt összesen már közel 17 százalékot tesznek ki a megújuló erőforrások. Azonban a növekvő megújuló és földgáz kapacitások ellenére is évről évre nagyobb villamosenergia importra szorul az ország.

## Electricity production by source, Poland



Source: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy & Ember (2022) OurWorldInData.org/energy • CC BY  
 Note: 'Other renewables' includes biomass and waste, geothermal, wave and tidal.

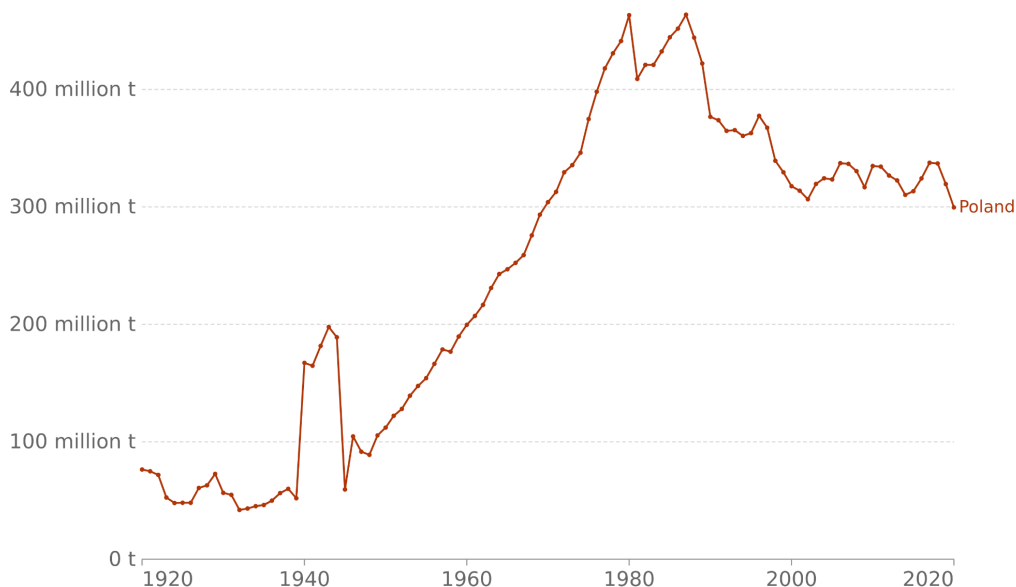
1. ábra: Lengyelország százalékos villamosenergia-termelés megoszlása energiahordozók alapján 1985 és 2021 között. [2.]

A megújuló és földgáz kapacitások bővítésének ellenére Lengyelország a mai napig az egyik legjelentősebb szén-dioxid kibocsátó az Európai Unióban. Az ország szén-dioxid kibocsátása 1988-ban érte el a maximumát, majd az ezt követő visszaesés után nagyjából stagnálás látható. Ez a lakosságot közvetlenül is érinti, hiszen az ország légszennyezési indexe szintén a legmagasabb az Unióban. Ez annak is betudható, hogy a szén jelentős része nem erőművekben kerül felhasználásra, hanem lakossági épületek fűtésére, így ezek, az erőműveknél jelentősen rosszabb hatásfokkal működő kazánok közvetlenül lakott területeken működnek és bocsátják a káros égéstermékeket a levegőbe.

## Annual CO<sub>2</sub> emissions

Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions from the burning of fossil fuels for energy and cement production. Land use change is not included.

Our World  
in Data



Source: Global Carbon Project

OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions/ • C

2.ábra: Lengyelország éves fosszilis tüzelőanyagokból és betongyártásból származó szén-dioxid kibocsátása 1920 és 2020 között [3].

Kihívást jelent az orosz földgáztól való függetlenedés kérdése is. Ezen a területen jelentős fejlődés történt az elmúlt években. A 2000-es adatokhoz képest, amikor az összes import földgáznak több mint 80 százaléka Oroszországból származott, 2020-ra ez az érték már nem éri el az 55 százalékot. A legfontosabb új exportőrök a Lengyelországba exportált földgáz mennyisége alapján Németország, Katar, az Amerikai Egyesült Államok és Norvégia. Ennek ellenére viszont az összes orosz földgáz import, a megemelkedett fogyasztás hatására, még így is 6.56-ról 9.62 milliárd köbméterre növekedett ezen időszakban.

Az ország számára a másik nagy kihívást pedig az előregedő erőművi berendezések jelentik. A jelenleg beépített kapacitás 30 százaléka több mint 50 éve épült, 35 százaléka pedig 30-40 éve.

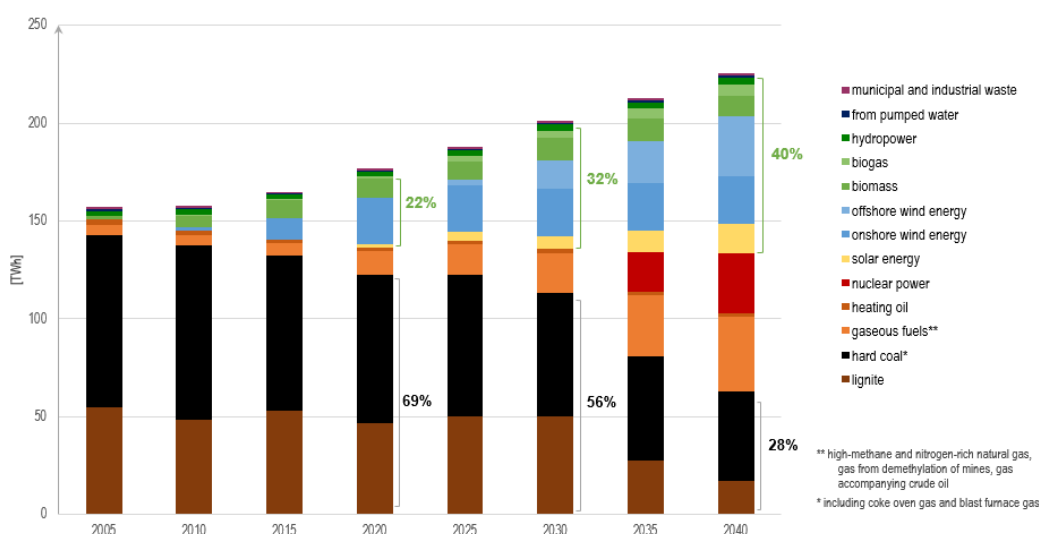
## Lengyel energiapolitika 2040-ig

A 2021 februárjában elfogadott irányelvek alapján 7 fő célt fogadott el a lengyel kormány, melyek három alappillére építenek. Ezek az alappillérek a szénről való átállás, a karbonmentes energiarendszer és a jó levegő minőség. A specifikus célok pedig a következők:

1. Belföldi erőforrások ideális felhasználása, a szénre támaszkodó területek átállítása.
2. Elektromos hálózat és infrastruktúra fejlesztése, smart grid implementálása.
3. A földgáz, kőolaj, és üzemanyag ellátás diverzifikálása (Oroszországtól függetlenedése), Balti vezeték és második Pomerániai vezeték kiépítése.

4. Energiapiacok fejlesztése, határkeresztező kapacitások és gázelosztó rendszerek fejlesztése.
5. Lengyel nukleáris program kivitelezése.
6. Offshore szélenergia implementálása.
7. Távfűtés és kapcsolt energiatermelés fejlesztése.
8. Energiahatékony rendszerek promotálása.

A tervek szerint 2035-re az offshore szélenergia használatával és a fotovoltaiikus rendszerek fejlesztésével a megújulókból származó villamosenergia mennyiség el fogja érni az összes megtermelt villamosenergia 40 százalékát. Emellett bevezetésre kerül a nukleáris energia, ami 12 százalékot tesz majd ki. Így a szén és lignit jelentősen visszaszorul, mindössze 28 százalékra. Ennek 8 százaléka lignit.



3.ábra: A lengyel villamosenergia-termelés várható alakulása 2040-ig. [1]

## Lengyel nukleáris program története

Lengyelország nukleáris programja hosszú múltra tekint vissza. Sok ambiciózus terv született az atomenergia bevezetésére, azonban a körülmények mindeddig megghiúsították a villamosenergia-termelésre szánt erőművek megépítését. A következőkben Lengyelország nukleáris programjainak történetét fogjuk áttekinteni.

### Első nukleáris program

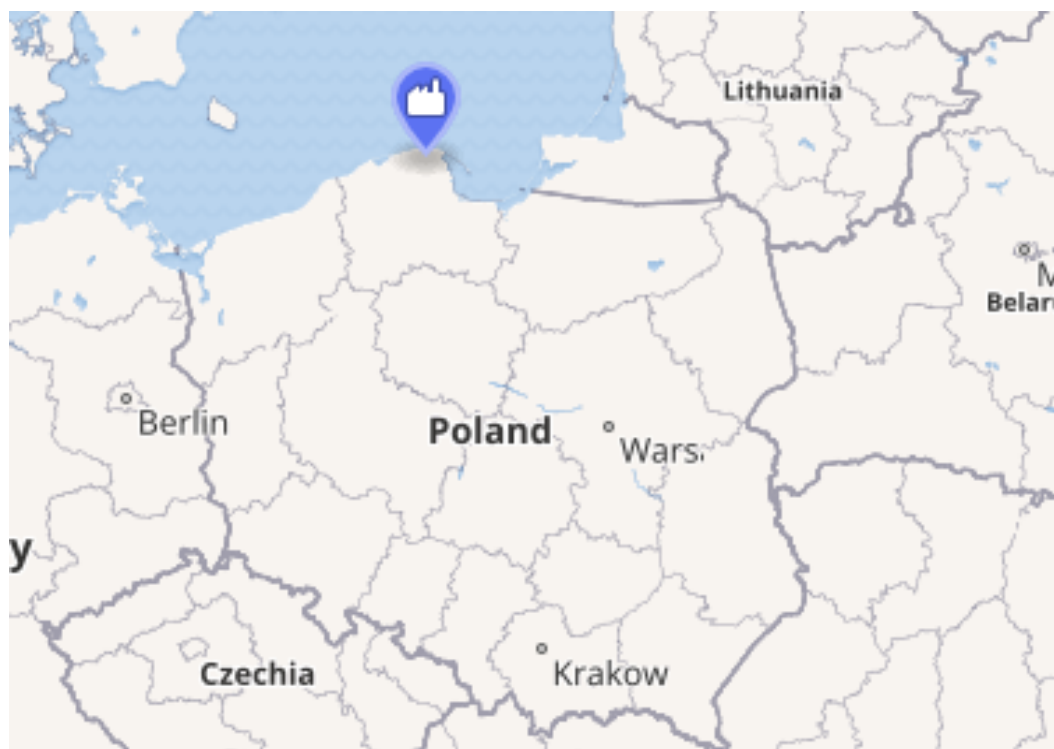
A lengyel nukleáris program kezdete 1956-ra tehető, amikor is a nukleáris energia használatával foglalkozó megbízott kormányhivatal megalakult. Az ország első reaktora az EWA kísérleti reaktor volt, ami Varsó közelében épült és 1958 júniusában aktiválták. A reaktor a szovjet VVR modell alapján épülő nyomott vizes dúsított uránnal működő reaktor volt.. Kezdetben 2 MW teljesítménnyel indult. A korai '60-as években összesen 5 kutatóreaktor és egy 5-25 MW-os kísérleti erőmű megépítésére készültek tervek, melyek sajnos nem épültek meg. A '70-es években viszont néhány kisebb reaktor, mint például a Maryla I. és Maryla II. reaktorok, vagy az ANNA reaktor sikeresen megépült,. Ekkor épült az egyik legnagyobb kutatóreaktor

is, a MARIA, ami az utolsó mai napig működő kutatóreaktor az országban. Emellett jelentős orvosi alkalmazású radioizotóp előállító is.

### Második nukleáris program

A '80-as években egy újabb tervezési fázis vette kezdetét. Elkezdődött a nagyméretű nukleáris erőművek helyszíneinek keresése és vizsgálata. Éveken át tartó hidrológiai, szeizmológiai és demográfiai vizsgálatok után az ország északi területein fekvő, a Balti-tengerhez közel eső Zarnowiec faluját találták ideálisnak, ahol az azonos nevű tavat használták volna hűtésre. Egy másodlagos helyszínt is találtak, egy potenciális második erőmű számára, az ország közép-nyugati részén, Klempicz faluban.

A zarnowieci erőmű munkálatai 1985 decemberében kezdődtek meg. Az erőmű négy, szovjet tervezésű VVER-440-es nyomottvizes blokkja egyenként 440 MW névleges teljesítménnyel kezdte volna meg a működését, közülük az első 1989-ben. A helyszíni munkálatok megkezdése mellett elkészült a négy nyomástartály is Csehországban, míg a szükséges alkatrészeknek csupán egy kis része készült volna a Szovjetunióban. Azonban a '80-as évek gazdasági nehézségei és a csernobili katasztrófa által tovább fokozódó nyomás miatt 1990 májusában, nem egészen öt évvel a munkálatok megkezdte után leállították az építkezést. A négy nyomástartály közül az egyik a mai napig a Paksi Atomerőmű gyakorló központjában található.



4.ábra: A Zarnowieci Erőmű elhelyezkedése a térképen. [11]

### Harmadik nukleáris program

Az új lengyel nukleáris program 2020-ban került elfogadásra. A program szerint 2033-ra lépnek működésbe az első blokkok, összesen hat nyomottvizes reaktorblokk 6-9 GW teljesítménnyel. Az eddigi előkészületek így alakultak:

- 2009-ben meghatároztak 27 lehetséges helyszínt, és a felelős miniszter elkezdte a tárgyalásokat az önkormányzatokkal.
- 2010-ben sorba állították a lehetséges helyszíneket és elkészültek a hivatalos dokumentumok.
- 2010 és 2011 között nyílt egyeztetések történtek az erőművek lehetséges környezeti hatásairól az EIA (Environmental Investigation Agency)-val.
- 2011 és 2013 között megkezdődtek a nemzetközi egyeztetések a lengyel nukleáris energia programról.
- 2017-re már sikerült két lehetséges helyszínre leszűkíteni a kört. Az egyik Zarnowiec, ahol korábban már voltak próbálkozások erőmű építésére, illetve Belchatow, ami az ország közepéhez közelebb helyezkedik el. Éppen ebből az okból kifolyólag, az elektromos áram továbbítására való tekintettel a második opció a preferált.

A reaktorok megvalósítására még több technológia és kivitelező is szóba jöhet. A megfelelő kiválasztása még jelenleg is folyik, de a lehetséges technológiák a következők:

- A Farnatome cég által készített EPR (European Pressurised Reactor), négykörös, blokkonként 1650 MW elektromos és 4500 MW névleges hőteljesítményű nyomottvizes reaktorok.
- A KEPCO (Korea Electric Power Corporation) által készített APR-1400 (Advanced Pressurised Reactor), kettő körös, blokkonként 1400 MW elektromos és 4000 MW névleges hőteljesítményű nyomottvizes reaktorok.
- A Westinghouse cég által gyártott AP1000 (Advanced Passive), kettő körös, blokkonként 1110 MW elektromos és 3414 MW névleges hőteljesítményű nyomottvizes reaktorok.

Fontos megemlíteni, hogy az orosz Roszatom nem került be a lehetséges opciók közé, az ellenséges politikai helyzet és a kétséges múltbeli események miatt.

Külön tervek foglalkoztak a magánszektor nukleáris energiába való bevonásával. A tapasztalat azt mutatja, hogy a közfelfogással ellentétben, a magánszektor pozitív módon hatna az iparra. Megállapodás született a Synthos Chemical Innovations céggel, miszerint az Orlen és a Hitachi cégekkel együttműködve 2029-re építenének egy BWRX-300 típusú, 300 MW teljesítményű forralóvizes reaktort. Egy másik projekt pedig, hogy a KGHM réz bányászattal foglalkozó cég számára a Nuscale Power nevű cég által épített VOYGR típusú 77 MW-os elektromos teljesítményű reaktor kerüljön kiépítésre.

Kutatásokat tekintve is jelentős előrelépések várhatóak a következő időszakban. Lengyelországnak négy nukleáris energiával, illetve nukleáris iparral foglalkozó kutatóintézete van:

- Nemzeti Nukleáris Kutató Központ
- Nukleáris Kémiai és Technológiai Intézet
- Nukleáris Fizikai Intézet
- Plazmafizikai és Lézer Mikrofúziós Intézet

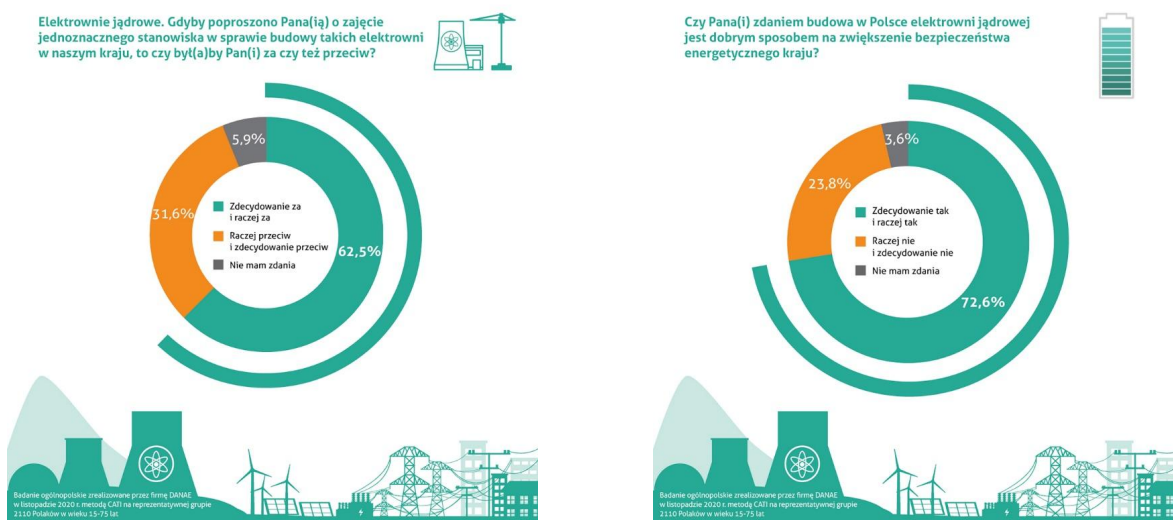
és négy jelentős kiszolgáló intézete:

- Nemzeti Atomenergetikai Ügynökség
- Központi Radiológiai Védelmi Laboratórium
- Radioaktív Hulladékkezelő Üzem
- Nemzeti Radioaktív Hulladéktároló

Nukleáris oktatással foglalkozó egyetemek az AGH-UST illetve WUT egyetemek, nukleáris elemeket tartalmazó energetikai mérnöki képzéseket pedig a PUT, SUT, WUST és GUT egyetemek kínálnak. Nagy problémát jelent, hogy az elmúlt időben egyre kevesebb hallgató jelentkezik nukleáris szakirányokra. Emiatt egy generációs szakadék alakult ki a szakmában foglalkozó emberek között. A jövőben mindenképpen nagy kihívást fog jelenteni a megfelelő humán erőforrások megszerzése, és megfelelő szaktudású szakemberek találása.

## Közmegeítélés és nyilvános vita

Jelenleg nincs olyan jelentős politikai párt Lengyelországban, amely elutasítja az atomenergiát. Sok jelentős klím szakértő támogatja nyíltan a nukleáris energiát. A nyilvánosság oktatása nagy sikereket ért el. Friss közvélemény kutatások szerint a népesség 62.5 százaléka támogatja a nukleáris energia bevezetését. Ha a kérdést átfogalmazva, úgy tették fel, hogy támogatja-e a nukleáris energia bevezetését a szén-dioxid kibocsátás csökkentésének érdekében, akkor ez az érték már 72.6 százalékot ért el.



5. ábra: Közvélemény kutatás eredménye, arra a kérdésre válaszolva, hogy támogatja-e az atomenergia bevezetését (bal oldal), és hogy támogatja-e az

atomenergia bevezetését a szén-dioxid kibocsátás csökkentésének érdekében. (kék: igen, narancssárga: nem, szürke: nem tudja/nem válaszol) [1]

## Összegzés

Lengyelország nukleáris programja sok kudarcot élt meg a múltban. Ennek ellenére a karbonsemlegesség eléréséért folytatott küzdelemben jelentős szerepet fog játszani a közeljövőben. Lengyelország el kíván szakadni a környezetre és emberekre egyaránt veszélyes széntől, ami az atomenergia nélkül nem fog menni. Szerencsére a nyilvános támogatottsága kifejezetten magas. Az előkészületek már teljes gőzzel folynak, hogy Lengyelország első atomerőműveit 2033-ra üzembe helyezték, azonban a technológia még kiválasztás alatt van és a pénzügyi modell is véglegesítésre vár. Nagy pozitívum, hogy a magánszektor is érdeklődést mutat ezen terület iránt. Az elkövetkezendő időszak legfontosabb feladata a megfelelő humán erőforrások megszerzése lesz.

## Varga Áron András

Az Energetikai Szakkollégium tagja

### Források:

1. Dr. Pawel Gajda előadása
2. <https://ourworldindata.org/energy/country/poland#energy-and-electricity-consumption>
3. <https://ourworldindata.org/grapher/annual-co2-emissions-per-country?tab=chart&country=~POL>
4. <https://www.cms-lawnow.com/ealerts/2020/10/the-2020-polish-nuclear-power-programme-main-objectives>
5. <https://www.iea.org/countries/poland>
6. [https://www.theglobaleconomy.com/Poland/electricity\\_imports\\_monthly/](https://www.theglobaleconomy.com/Poland/electricity_imports_monthly/)
7. <https://www.investmentreports.co/article/poland-energy-mix-and-ways-of-the-future-184/>
8. [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_nuclear\\_research\\_reactors](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_nuclear_research_reactors)
9. [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_commercial\\_nuclear\\_reactors#Poland](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_commercial_nuclear_reactors#Poland)
10. [https://en.wikipedia.org/wiki/Maria\\_reactor](https://en.wikipedia.org/wiki/Maria_reactor)
11. [https://en.wikipedia.org/wiki/%C5%BBarnowiec\\_Nuclear\\_Power\\_Plant](https://en.wikipedia.org/wiki/%C5%BBarnowiec_Nuclear_Power_Plant)
12. <https://www.westinghousenuclear.com/new-plants/ap1000-pwr>





13. <https://www.statista.com/statistics/1285226/poland-natural-gas-imports-by-country/>
14. <https://www.statista.com/statistics/1003227/poland-sources-of-gas-supply/>